植物分类学报 41(2):180-186(2003)
Acta Phytotaxonomica Sinica

紫金龙属花粉形态与种子表面特征研究

佟 巍 艾铁民*
(北京大学药学院 北京 100083)

Pollen morphology and seed surface features of the genus *Dactylicapnos* Wall.(Papaveraceae)

TONG Wei AI Tie-Min*
(*School of Pharmacy*, *Peking University*, Beijing 100083, China)

Abstract Pollen grains and seed surface features of the four species in the genus *Dactylicapnos* Wall.(Papaveraceae) from China were studied under light microscope (LM) and scanning electron microscope (SEM). Pollen grains are usually subspheroidal in shape, and 6-pantocolpate, with the diameter being 29.2-50.8 μm. Although pollen grains of the four species studied have many common features, they show some interspecific differences. Depending on the difference of the species, the colpi are distinct (*D. roylei* (Hook. f. et Thoms.) Hutch.), or indistinct (*D. scandens* (D. Don) Hutch. and *D. lichiangensis* (Fedde) Hand.-Mazz.) to obscure (*D. torulosa* (Hook. f. et Thoms.) Hutch.); the membrane is verrucate (*D. scandens*) to tuberculate (*D. roylei*, *D. lichiangensis* and *D. torulosa*), with some tubercles being united to block in pollen grains of *D. roylei*; the exine surface is indistinctly rugulate (*D. scandens* and *D. lichiangensis*) to densely tuberculate (*D. torulosa*). Seeds in the four species are usually black in color, and dull or lustrous, and show quite different surface features among the species. The seed surface is verrucate in *D. scandens*, twisted-striate in *D. torulosa*, densely spinulose in *D. lichiangensis*, and finely reticulate in *D. roylei*. These results are very helpful in distinguishing between the species in the genus, and support its independence as a separate genus from *Dicentra* Borckh.

Key words *Dactylicapnos*, pollen morphology, surface feature of seed.

摘要 对罂粟科 Papaveraceae 国产紫金龙属 *Dactylicapnos* Wall. 4 种植物的花粉和种子进行了光学显微镜和扫描电镜观察。该属花粉粒常为近球形,6 散沟,花粉粒直径为 29.2-50.8 μm。本属植物的花粉有很多共同特征,但种之间有区别。萌发沟清晰(宽果紫金龙 *D. roylei* (Hook. f. et Thoms.) Hutch.),或不清晰(紫金龙 *D. scandens* (D. Don) Hutch.和丽江紫金龙 *D. lichiangensis* (Fedde) Hand.-Mazz.)至模糊(扭果紫金龙 *D. torulosa* (Hook. f. et Thoms.) Hutch.),沟膜有疣状突起(紫金龙)至瘤状突起(宽果紫金龙、丽江紫金龙和扭果紫金龙),在宽果紫金龙中有的联合成小瘤块,花粉粒外壁表面有不明显皱波状突起(紫金龙和丽江紫金龙)至密集瘤状突起(扭果紫金龙)。本属 4 种植物的种子多为黑色,有或无光泽,种间具有明显不同的种皮特征。紫金龙种子表面有疣状突起,扭果紫金龙种子表面具扭曲条纹,丽江紫金龙种子表面具小刺状突起,宽果紫金龙种子表面具浅细网纹。本研究结果对于紫金龙属种间鉴别具有重要意义,并且支持将紫金龙属从荷包牡丹属 *Dicentra* Borckh. 中分离出来独立成属。

关键词 紫金龙属;花粉形态;种子表面特征

紫金龙属 *Dactylicapnos* Wall. **属于罂粟科** Papaveraceae **荷包牡丹亚科** Fumarioideae (DC.) Endl.。根据《中国植物志》(吴征镒等,1999)记载,该属分布于喜马拉雅地区至中国西部,全世界共有 7 种,中国有 4 种,产于中国西南部。本属 4 种植物都有较好的药用

2002-02-30 收稿,2002-11-15 收修改稿。

* 通讯作者(Author for correspondence)。

价值（云南省药材公司，1993）。

对于本属是否应该独立成属和属以下种的划分，不同学者的处理有所不同。《中国植物志》将国产 4 种植物归为紫金龙属而与荷包牡丹属 *Dicentra* Borckh. 并列。Stern（1961）则认为由于紫金龙属 7 种植物具有相似的小叶和相当一致的花的外部形态特征，应将该属作为荷包牡丹属下的亚属处理。次年在对荷包牡丹属植物的花粉形态进行研究时，Stern（1962）发现该属植物在花粉形态上表现出明显的种间区别，而且花粉形态特征能较清楚地反映出种间关系。在花粉形态特征上，该属植物主要表现出两方面的系统发育趋势。一种趋势是花粉外壁从网状或小孔状演化至疣状。相对进化的紫金龙亚属 subgenus *Dactylicapnos* 的所有成员的花粉都具有疣状的外壁。另外一种趋势是花粉从萌发孔清晰而且数目稳定演化至萌发孔不清晰而且数目不稳定。在紫金龙亚属中，花粉萌发孔在少数情况下是清晰的，但总体而言趋向于不清晰或模糊。前人对该群植物花粉的研究局限于光学显微镜水平，对萌发孔及外壁纹饰等花粉形态没有进行电镜观察；直至目前，尚没有见到有关紫金龙属植物种皮表面特征的报道。我们对紫金龙属植物花粉形态和种子表面特征进行了扫描电镜观察，旨在为紫金龙属植物的分类及系统学研究补充新资料。

1　材料和方法

1.1　花粉

花粉材料来源于活材料（后经过处理，保存于北京大学药学院植物标本室 PEM）以及中国科学院植物研究所标本馆（PE）和中国科学院昆明植物研究所标本馆（KUN）的腊叶标本。花粉均取自近成熟花药，以保证成熟度一致。用于光镜观察的花粉粒以甘油封片后在 Olympus-CH 显微镜下观察、测量。每种植物测量 20 粒花粉。扫描电镜观察采用 Erdtman的醋酸酐分解法，将花粉粒清洁干燥后直接涂撒在粘贴有双面胶的样台上，喷镀后在 Hitachi S-800 扫描电镜下观察照相。花粉形态特征描述术语主要参考《花粉形态与植物分类》（Erdtman，1952）和《中国植物花粉形态》（王伏雄等，1995）。

材料来源及凭证标本见表 1。

表 1　花粉材料来源
Table 1　Source of pollen material

种名 Species	采集地 Locality	凭证标本 Voucher
紫金龙 *Dactylicapnos scandens*（D. Don）Hutch.	云南大理 Dali，Yunnan	W. Tong et al.（佟巍等）01001（PEM）
宽果紫金龙 *D. roylei*（Hook. f. et Thoms.）Hutch.	云南中甸 Zhongdian，Yunnan	Zhongdian Exped.（中甸队）1198（KUN）
丽江紫金龙 *D. lichiangensis*（Fedde）Hand.-Mazz.	云南丽江铁甲山 Tiejia Shan，Lijiang，Yunnan	Anonymous（采集人不详）1282（KUN）
扭果紫金龙 *D. torulosa*（Hook. f. et Thoms.）Hutch.	云南大理 Dali，Yunnan	W. Tong et al.（佟巍等）01002（PEM）

1.2　种子

种子材料来源于活材料（后经处理，存放于北京大学药学院植物标本室 PEM）以及中国科学院植物研究所标本馆（PE）和中国科学院昆明植物研究所标本馆（KUN）的腊叶标

本。均取成熟饱满的种子。将种子置于 100% 乙醇中超声清洗干燥后,直接粘贴在有双面胶的样台上,喷镀后在 Hitachi S-800 扫描电镜下观察、照相。

种子材料来源及凭证标本见表 2。

表 2　种子材料来源及凭证标本
Table 2　Source of seed material

种名 Species	采集地 Locality	凭证标本 Voucher
紫金龙 *Dactylicapnos scandens*	云南巍山 Wei Shan, Yunnan	W. Tong et al. (佟巍等) 01001 (PEM)
	云南元江 Yuanjiang, Yunnan	Anonymous (采集人不详) 05754 (KUN)
	云南大理 Dali, Yunnan	T. N. Liou (刘慎谔) 21936 (KUN)
宽果紫金龙 *D. roylei*	云南(具体采集地不详) Yunnan (Without precise locality)	Anonymous (采集人不详) 21202 (KUN)
	云南洱源 Eryuan, Yunnan	W. J. Zhang (张文驹) 92023 (KUN)
丽江紫金龙 *D. lichiangensis*	云南丽江铁甲山 Tiejia Shan, Lijiang, Yunnan	Anonymous (采集人不详) 1282 (KUN)
	云南德钦 A-tun-tze (Now Dêqên), Yunnan	C. W. Wang (王启无) 70073 (KUN)
扭果紫金龙 *D. torulosa*	云南南涧 Nanjian, Yunnan	W. Tong et al. (佟巍等) 01003 (PEM)
	云南中甸 Zhongdian, Yunnan	K. M. Feng (冯国楣) 3080 (KUN)
	云南丽江 Lijiang, Yunnan	R. C. Ching (秦仁昌) 22053 (KUN)

2　观察结果

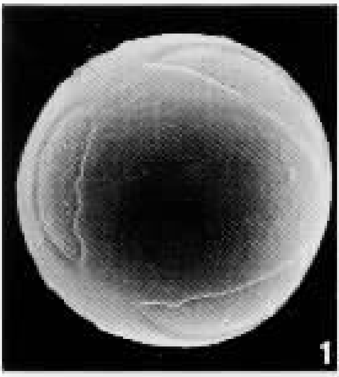
2.1　花粉形态

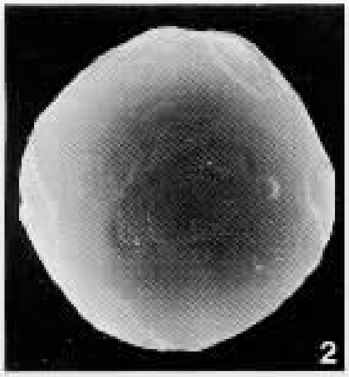
本研究共观察了分布于我国的紫金龙属 4 种植物。紫金龙属的花粉特征:花粉粒近球形,花粉直径为 29.2–50.8 μm,属于中等大小花粉。6 散沟,散沟从明显到模糊,沟的长短宽窄不一。沟膜有疣状至瘤状突起,有的联合成小瘤块。外壁表面有皱波状或不规

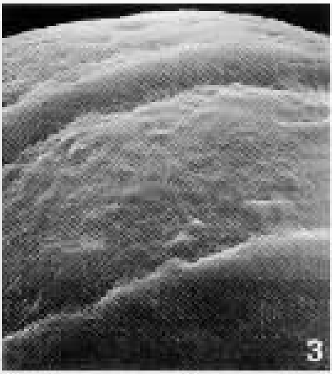
→

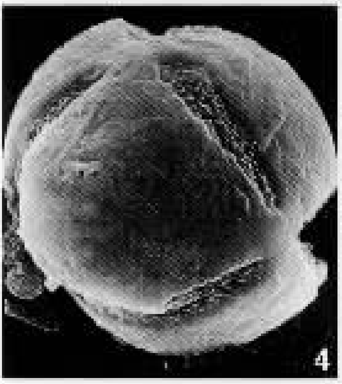
图 1–12　扫描电镜下中国紫金龙属植物花粉形态(1,2,4,5,7,8,10,11 示散沟, ×1500. 3,6,9,12 示沟膜和外壁纹饰, ×6000)。1–3 紫金龙(1,2 示宽短萌发沟;3 示沟膜疣状突起,外壁几近光滑)。4–6 宽果紫金龙(4,5 示明显萌发沟;6 示沟膜瘤状突起多而密,外壁皱波状)。7–9 丽江紫金龙(7,8 示细长萌发沟;9 示沟膜瘤状突起少,外壁较光滑)。10–12 扭果紫金龙(10,11 示细窄而不明显的萌发沟;12 示沟膜瘤状突起,外壁密集小瘤状突起)。

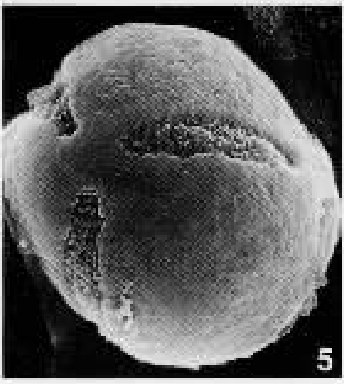
Figs. 1–12.　Pollen morphology of the genus *Dactylicapnos* Wall. from China under SEM (1, 2, 4, 5, 7, 8, 10, 11 ×1500, showing that the pollen grains are 6-pantocolpate; 3, 6, 9, 12 ×6000, showing membrane and exine ornamentation). **1–3**. *Dactylicapnos scandens* (1, 2, showing the colpus is wide and short; 3, showing that the membrane is verrucate and the exine surface is nearly smooth). **4–6**. *D. roylei* (4, 5, showing that the colpus is distinct; 6, showing that the membrane is tuberculate, and that the exine surface is densely rugulate). **7–9**. *D. lichiangensis* (7, 8, showing that the colpus is long and narrow; 9, showing that the membrane is occasionally tuberculate, with the tubercles being irregularly distributed, and that the exine surface is rather smooth). **10–12**. *D. torulosa* (10, 11, showing that the colpus is very obscure and narrow; 12, showing that the membrane is tuberculate and that the exine surface is densely and irrigularly tuberculate)

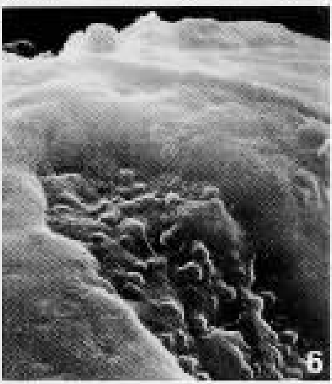

1

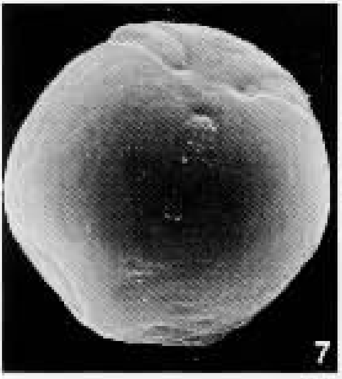

2

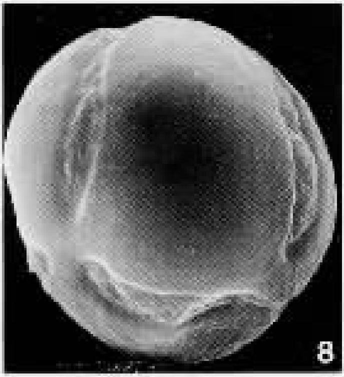

3

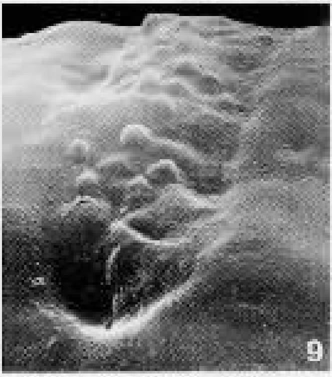

4

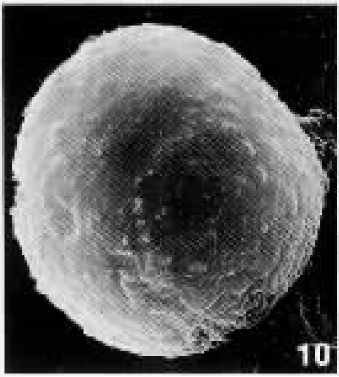

5

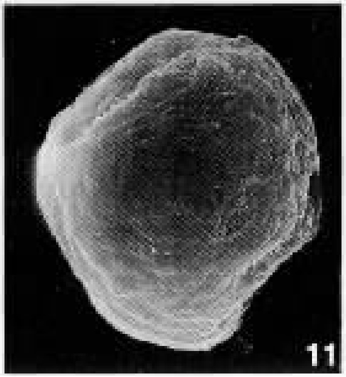

6

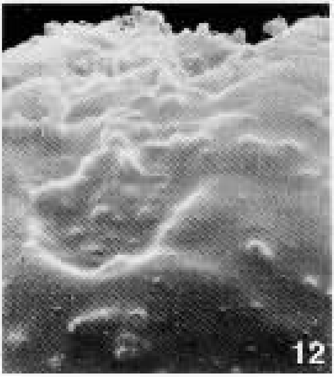

7


8


9


10


11


12

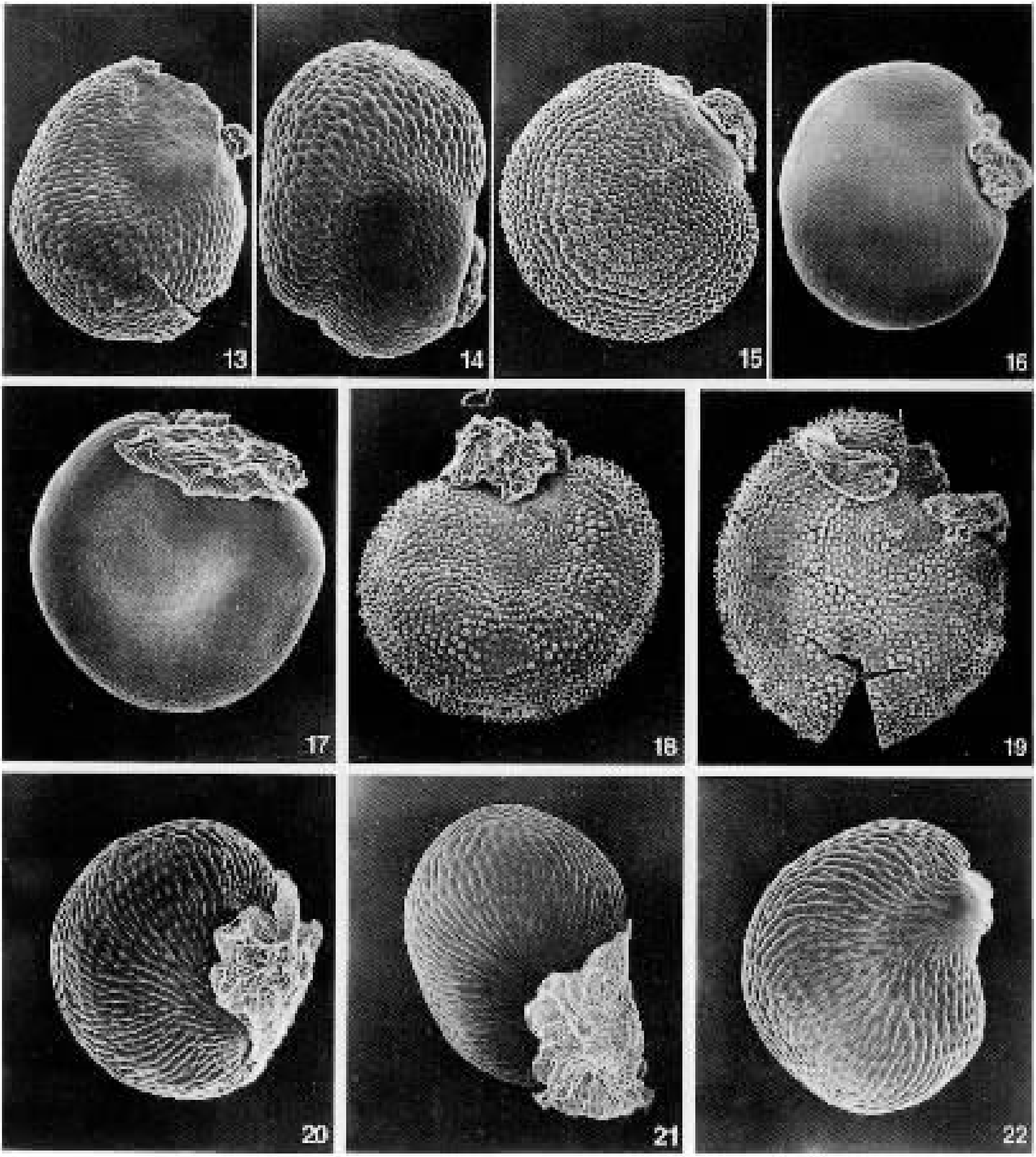


图 13－22　扫描电镜下中国紫金龙属植物种子形态（除图 16,20－22×19.2 **外，其他为**×24)。**13－15 紫金龙（示规则疣状突起）。16,17 宽果紫金龙（示浅细网纹）。18,19 丽江紫金龙（示小刺状突起）。20－22 扭果紫金龙（示清晰条纹）。**

Figs. 13－22. Seed morphology of the genus *Dactylicapnos* Wall. from China under SEM (All×24, except in Figs. 16, 20－22 ×19.2). **13－15**. *Dactylicapnos scandens* (showing the evenly verrucate seed surface). **16, 17**. *D*. *roylei* (showing the finely reticulate seed surface). **18, 19**. *D*. *lichiangensis* (showing the densely spinolose seed surface). **20－22**. *D*. *torulosa* (showing the distinctly striate seed surface).

则小疣状突起。突起疏密各有不同，4 种紫金龙属花粉特征见表 3。

2.2　种子形态

种子弧形到肾形，种皮具粗糙乳突或具光滑细网纹，黑色，有或无光泽。

4 种植物种子表面特征见表 4。

表 3　中国紫金龙属植物花粉特征

Table 3　Characteristics of pollen grains of the genus *Dactylicapnos* in China

种名 Species	花粉形状 Shape	花粉直径 Diameter (μm)	萌发孔 Aperture		外壁纹饰 Exine ornamentation (SEM)	图 Figure
			类型 Type	特征 Characteristics		
紫金龙 *Dactylicapnos scandens*	**近球形** Subspheroidal	32.9 (29.2–38.1)	**六散沟** 6-pantocolpate	**沟宽而短，不甚明显；沟膜有疣状突起** Colpus wide and short, indistinct; membrane verrucate	**几近光滑，偶有皱波状小突起** Exine surface nearly smooth, occasionally rugulate	1, 2, 3
宽果紫金龙 *D. roylei*	**近球形** Subspheroidal	39.0 (31.8–47.0)	**六散沟** 6-pantocolpate	**沟明显，沟缘凹凸不平，沟膜瘤状突起不均匀，有的联合成小瘤块，最大直径** 4 μm Colpus distinct, margin markedly to slightly ragged; membrane tuberculate; tubercles variable in shape and unevenly distributed, some of which united to block (the largest up to 4 μm in diameter)	**密集皱波状突起，细密小穴** Exine surface densely rugulate and minutely foveolate	4, 5, 6
丽江紫金龙 *D. lichiangensis*	**近球形** Subspheroidal	42.6 (35.6–50.8)	**六散沟** 6-pantocolpate	**沟细长，不甚明显，沟缘稍不齐，沟膜偶有瘤状小突起** Colpus long and narrow, indistinct, margin slightly ragged; membrane occasionally tuberculate	**较光滑，有不明显皱波状小突起** Exine surface rather smooth and indistinctly rugulate	7, 8, 9
扭果紫金龙 *D. torulosa*	**近球形** Subspheroidal	41.0 (34.3–47.0)	**六散沟** 6-pantocolpate	**沟模糊，细窄，沟缘严重不平整，沟膜有瘤状至颗粒状突起** Colpus obscure, narrow, margin very ragged and indistinct; membrane tuberculate to granular	**明显具小而密集且不均匀分布的瘤状和不明显皱波状突起** Exine surface densely and unevenly tuberculate and indistinctly rugulate	10, 11, 12

表 4　中国紫金龙属植物种子特征

Table 4　Characteristics of seed surface of the genus *Dactylicapnos* in China

种名 Species	外观 Appearance	种子表面纹饰 Ornamentation of seed surface	特征 Features	图 Figure
紫金龙 *Dactylicapnos scandens*	**黑色、无光泽** Black, dull	**具疣状突起** Verrucate	**疣状突起排列整齐，顶端钝圆，大小均匀，常朝向一端增大** Verrucae regularly distributed, apex obtuse, uniform in size, frequently becoming larger towards one end	13, 14, 15
宽果紫金龙 *D. roylei*	**黑色、有光泽** Black, lustrous	**浅细网纹** Finely reticulate	**纹路清晰，较细** Muri distinct, thin and smooth	16, 17
丽江紫金龙 *D. lichiangensis*	**棕褐色、无光泽** Brown, dull	**具小刺状突起** Spinulose	**具密而大小不一、排列规则的小刺** Surface densely spinoluse; spines variable in shape, regularly distributed	18, 19
扭果紫金龙 *D. torulosa*	**黑色、无光泽** Black, dull	**具条纹** Striate	**纹路清晰，条纹扭曲** Muri distinct; striae twisted	20, 21, 22

3 讨论

根据上述结果，可以看出花粉形态和种子表面纹饰特征在紫金龙属中具有重要的种间鉴别意义。除外部形态特征外（果实特征较明显），花粉形态（表3）和种子的表面纹饰特征（表4）可以作为重要的鉴别依据，将国产4种紫金龙属植物区分开来。

本文通过扫描电镜对花粉的观察结果与Stern（1962）通过光镜的观察结果存在以下不同：（1）萌发沟。Stern观察到的紫金龙和宽果紫金龙是3沟（3-colpate）、6皱纹（6-rugate）或者是合沟（syncolpate），丽江紫金龙具皱纹（rugate），萌发沟不明显；然而从电镜照片上明显可以确定它们各具有6条萌发沟（图1，2，4，5，7，8）。扭果紫金龙的6条萌发沟极浅而不明显（图10，11），Stern观察为具6皱纹。（2）沟膜特征。Stern观察此4种的沟膜均为疣状突起；但从电镜照片上（图3，6，9，12）可以看出，紫金龙、丽江紫金龙和扭果紫金龙沟膜不甚显著，紫金龙的沟膜有疣状突起，丽江紫金龙的沟膜有瘤状突起，扭果紫金龙的沟膜有瘤状至颗粒状突起，宽果紫金龙的沟膜明显且有密集的瘤，有的联合成小瘤块。（3）外壁纹饰。Stern观察此4种的外壁为模糊到清晰的疣状突起；但从电镜照片上（图3，6，9，12）可以看出，宽果紫金龙的花粉外壁皱波状突起多而密集且有小穴，紫金龙和丽江紫金龙的较为光滑，偶有皱波状突起，扭果紫金龙的花粉外壁有明显密集不规则分布的瘤状突起。

从观察结果看，本属花粉形态比较一致：均属中等大小花粉，近球形；萌发孔为6散沟；沟膜有疣状至瘤状突起；外壁纹饰为皱波状至疣状突起。此外，本研究对种子表面特征的扫描电镜观察结果为：4种植物的种子均为黑色，有或无光泽，肾形，多数，大小基本一致，但其表面纹饰存在一定差别。紫金龙的种子表面具规则排列的疣状突起，扭果紫金龙的种子表面具清晰扭曲条纹，丽江紫金龙的种子表面具密集小刺状突起，宽果紫金龙的种子表面具浅细网纹。

在花粉形态上，Stern（1962）观察到的荷包牡丹属*Dicentra*植物的花粉外壁为网状或具有凹穴，我们所观察到的荷包牡丹属的*D. peregrina*的花粉外壁纹饰为网纹（尚未发表），与紫金龙属皱波状至疣状突起的外壁不一致；在种子形态上，我们所观察到的荷包牡丹属*D. peregrina*的种子表皮褐色，有光泽，表面纹饰为较粗而清晰的网纹（尚未发表），其特征也与紫金龙属植物的不尽相同。本研究结果在一定程度上支持吴征镒等（1999）将国产4种紫金龙属植物从荷包牡丹属中分出作为独立的属的处理。

致谢 扫描电镜照片由中国科学院植物研究所肖荫厚先生协助拍摄，本研究还得到张志耘研究员的指导，一并致谢。

参考文献

Erdtman G. 1952. Pollen Morphology and Plant Taxonomy—Angiosperms. Stockholm: Almqvist & Wiksells.（王伏雄和钱南芬译，1962. 花粉形态与植物分类. 北京：科学出版社. 93-98.）

Stern K R. 1961. Revision of *Dicentra*. Brittonia 13: 1-52.

Stern K R. 1962. The use of pollen morphology in the taxonomy of *Dicentra*. American Journal of Botany 49: 362-368.

Wang F-X（王伏雄），Qian N-F（钱南芬），Zhang Y-L（张玉龙），Yang H-Q（杨惠秋）. 1995. Pollen Flora of China（中国植物花粉形态）. 2nd ed. Beijing: Science Press.

Wu Z-Y（吴征镒），Chuang H（庄璇），Su Z-Y（苏志云）. 1999. Papaveraceae. In: Flora Reipublicae Popularis Sinicae（中国植物志）. Beijing: Science Press. 32: 89-93.

Yunnan Medicinal Material Company（云南省药材公司）ed. 1993. The catalog of the Traditional Chinese Medicine Resources of Yunnan, China（云南中药资源名录）. Beijing: Science Press. 168-169.